

ESCOLA DE BELAS ARTES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

LEONARDO AMÂNCIO TAVARES

AGAR-AGAR NA LIMPEZA DE PINTURAS NÃO ENVERNIZADAS

Rio de Janeiro/RJ

2020

LEONARDO AMÂNCIO TAVARES

AGAR-AGAR NA LIMPEZA DE PINTURAS NÃO ENVERNIZADAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para a obtenção do grau de
bacharel em conservação e restauro de bens
culturais pela Escola de Belas Artes da
Universidade Federal do Rio de Janeiro.
Orientado pela Prof. ^a Dra. Marilene Correa Maia

Rio de Janeiro/RJ

2020

CIP - Catalogação na Publicação

A231a Amâncio Tavares, Leonardo
Agar-agar na limpeza de pinturas não envernizadas /
Leonardo Amâncio Tavares. -- Rio de Janeiro, 2019.
51 f.

Orientadora: Marilene Corrêa Maia.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de
Belas Artes, Bacharel em Conservação e Restauração,
2019.

1. Conservação. 2. Pinturas. 3. Géis. I. Corrêa
Maia, Marilene , orient. II. Título.

AGAR-AGAR NA LIMPEZA DE PINTURAS NÃO ENVERNIZADAS

FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Conservação e Restauração da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Conservação e Restauração.

Aprovador por:

Profa. Dra. Marilene Correa Maia

UFRJ (orientadora)

Prof. Dr. Carlo Pagani

UFRJ

Prof. Dr. Cláudio Valério Teixeira

UFRJ

RESUMO

Esse trabalho apresenta um estudo e experimento sobre o uso de géis de agar-agar (ficocolóide extraído de algas como *Gracilaria spp* e *Gelidium amansii*) na limpeza de pinturas a óleo não envernizadas. A partir da problemática do desenvolvimento de sistemas de limpeza adequados às pinturas opacas, tão comuns na arte moderna e contemporânea, verificou-se a necessidade da produção desse trabalho. Dentre os vários sistemas de limpeza a disposição para o uso na conservação de pinturas, o uso de géis rígidos e semirrígidos já é amplamente explorado. No caso de tratamentos de pinturas não envernizadas, o agar-agar tem sido muito utilizado por conservadores-restauradores de diversas partes do mundo. Devido ao fácil acesso à compra de agar-agar no Brasil, optou-se por realizar testes comparativos usando produtos da indústria alimentícia, da indústria farmo-química e aqueles acessíveis no mercado especializado de conservação e restauração. Testamos produtos de origens distintas para verificar sua eficácia, tanto na formulação como nos resultados de limpeza, buscando garantir maior controle de dispersão de líquidos no tratamento de pinturas não envernizadas.

Palavras-chave: Limpeza; Conservação; Restauração; Arte moderna;

ABSTRACT

This term paper presents a study and experiment on the use of agar-agar gels (phycocolloid extracted from seaweeds like *Gracilaria spp* and *Gelidium amansii*) for cleaning unvarnished oil paintings. This research was motivated by the recent questions about the formulation of efficient cleaning systems for opaque paintings, usually present in modern and contemporary art. Among the diversity of cleaning systems available for painting's conservation treatments, the use of rigid and semi-rigid gels is broadly explored. Regarding the treatment of unvarnished paintings, the use of agar-agar has been on the radar of many conservators around the globe. Due to the wide availability of agar-agar in Brazil, comparative tests were made using products from food industry, pharmo-chemical industry and those accessible on the conservation specialized market. Products of distinct origins were tested in order to evaluate its formulation and cleaning efficiency, looking for a better dispersion control of liquids during the treatment of unvarnished paintings.

Key-words: Cleaning; Conservation; Restoration; Modern art.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fig. 1. Capela Sistina antes e depois da restauração de 1980-1999 (The Yorck Project, 2002)...	21
Fig. 2. Vitória de Samotrácia antes da restauração (Apollo Magazine, 2014).....	22
Fig. 3. Vitória de Samotrácia depois da restauração (Musée du Louvre - Antoine Mongodin, 2014).....	22
Fig. 4. <i>Gelidium amansii</i> (innerpath.com.au).....	23
Fig. 5. <i>Gracilaria</i> . (the-scientist.com).....	23
Fig. 6. Mapa de distribuição de agarófitos pelo mundo (FAO fisheries technical paper 288)...	24
Fig. 7. Os monômeros dos polímeros que formam o Agar-Agar (KOHAIJOVÁ, 2009).....	25
Fig. 8. Formação do gel de Agar-Agar (ARNOTT, S. et al. 1974).....	25
Fig. 9. Registro da obra escolhida antes dos testes, fotos de luz direta e reversa.....	30
Fig. 10. Análises de composição.....	31
Fig. 11. Exame de luz UV, atestando a ausência de verniz.....	32
Fig. 12. Área de testes.....	34
Fig. 13. Preparação do Agar-agar Restaucon LDA – pesagem. A) 1% B) 2,5% C) 5%.....	35
Fig. 14. Preparação do Agar-agar Restaucon LDA – moldagem. A) 1% B) 2,5% C) 5%.....	35
Fig. 15. Preparação do Agar-agar Farnos LDTA – pesagem. A) 50g B) 1,26g C) 2,49g.....	35
Fig. 16. Preparação do Agar-agar Farnos LDTA – moldagem. A) 1% B) 2,5% C) 5%.....	35
Fig. 17. Preparação do Agar-agar Juventude Gracilária – pesagem. A) 50g B) 1,25g C) 2,5g..	36
Fig. 18. Preparação do Agar-agar Juventude Gracilária – moldagem. A) 1% B) 2,5% C) 5%..	36
Fig. 19. Géis despejados em placa de vidro. A) Restaucon 2,5% B) Restaucon 5% C) Farnos 2,5% D) Farnos 5% E) Juventude 2,5% F) Juventude 5%.....	36
Fig. 20. Limpeza com swab e áreas limpas. A) Swab por contato B) Swab em movimentos circulares.....	38
Fig. 21. Aplicação dos géis Restaucon LDA. A) 1% B) 2,5% C) 5%.....	38
Fig. 22. Aplicação dos géis Farnos LDTA. A) 1% B) 2,5% C) 5%.....	38
Fig. 23. Aplicação dos géis Juventude Gracilária. A) 1% B) 2,5% C) 5%.....	38
Fig. 24. Áreas de teste após a limpeza. A) Agar-agar Restaucon 1% B) Agar-agar Restaucon 2,5% C) Agar-agar Restaucon 5% D) Agar-agar Farnos 1% E) Agar-agar Farnos 2,5% F) Agar-agar Farnos 5% G) Agar-agar Juventude 1% H) Agar-agar Juventude 2,5% I) Agar-agar Juventude 5%.....	41
Fig. 25. Fotografias com microscópio digital Colemeter, apresentando áreas de fronteira entre superfície limpa e suja. A) Agar-agar Restaucon 1% B) Agar-agar Restaucon 2,5% C) Agar-agar Restaucon 5% D) Agar-agar Farnos 1% E) Agar-agar Farnos 2,5% F) Agar-agar Farnos	

5% G) Agar-agar Juventude 1% H) Agar-agar Juventude 2,5% I) Agar-agar Juventude 5%.....42

Fig. 26. Fotografias com microscópio digital Colemeter, apresentando áreas de fronteira entre superfície limpa e suja. J) Swab roll K) Swab atrito.....43

LISTA DE TABELAS

Tab 1. Composição de solução de AB57 utilizada na limpeza dos afrescos da Capela Sistina (BECK, J. DALEY, M. 2001).....	20
Tab. 2. Estimativa de produção mundial Agarotipos Secos (Training Manual on Gracilaria Culture and Seaweed Processing in China, 1990).....	26
Tab. 3. Registro de comportamento dos géis durante a realização dos testes.....	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 AS PINTURAS NÃO ENVERNIZADAS	12
3 SISTEMAS DE LIMPEZA EM PINTURAS	15
4 O AGAR-AGAR	23
4.1 Estrutura química.....	24
4.2 Produção	26
4.3 Propriedades	27
4.4 Usos farmacêuticos e alimentícios	28
4.5 O agar-agar como sistema de limpeza	28
5 APLICAÇÕES PRÁTICAS	30
5.1 Estudo de caso	30
5.2 Materiais e métodos.....	32
5.3 Protocolo de testes	33
5.4 Aplicação	37
5.5 Resultados e discussões	39
6 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

O campo da preservação de bens culturais destaca-se na contemporaneidade como uma área interdisciplinar de conhecimento e os esforços para melhor garantir a preservação desses objetos de raro valor, impulsionam pesquisas que atravessam desde a química e a física até história da arte e as ciências sociais. A necessidade de preservar nossa história e produção cultural estimula o desenvolvimento e/ou a adaptação de novos materiais e metodologias que favoreçam e otimizem procedimentos de restauração bem como de ações de conservação preventiva.

Ao longo das últimas décadas do século XX, novos procedimentos e materiais foram testados por experimentos científicos e introduzidos no cotidiano de ações de conservação e restauração de bens culturais. Maia (2014), evidencia essa apropriação de princípios científicos que acompanha o desenvolvimento teórico no campo da preservação:

“É com o auxílio de diferentes disciplinas, tais como a química, a biologia, a microbiologia, dentre outras, que se ampliam as possibilidades de atuação do conservador-restaurador. Este profissional deve possuir um domínio de diferentes áreas do conhecimento, para compreender e apreender o objeto na sua multiplicidade e propor soluções adequadas, de forma a respeitar os critérios éticos que definem e regulam as possibilidades de intervenções de restauração.”

No caso específico de procedimentos de limpeza, assistimos à introdução dos sistemas aquosos, através da formulação de géis e do emprego de diferentes agentes de limpeza para além dos solventes. Dentre eles, os tensoativos e os agentes quelantes. Chegando mais recentemente, a serem formulados e testados microemulsões, assim como a concepção de nanogéis.

No tratamento de pinturas, o desenvolvimento desses novos sistemas, que permitem maior controle sobre a dispersão das substâncias utilizadas e que garantem a possibilidade de trabalhar com um processo controlado, atuando em camadas mais superficiais sem alterar as demais, tem relação direta com a tendência a alta sensibilidade à umidade presente em obras modernas e contemporâneas. O abandono do uso de vernizes por parte de diversas correntes artísticas a partir do fim do século XIX e a disponibilidade de novos materiais e tintas sintéticas com o avanço da indústria petroquímica no século XX, podem ser considerados dois dos maiores responsáveis pelos problemas de solubilização encontrados por conservadores hoje.

A dificuldade em se utilizar os sistemas convencionais de limpeza nessas obras fomentou a evolução dos sistemas gelificados, buscando retirar, exclusivamente, partículas de sujidade da superfície das obras. Os géis e microemulsões estão entre as soluções mais avançadas

atualmente e que garantem controle sobre a umidade transferida para a superfície das pinturas e podem ser obtidos a partir de uma série de polímeros, naturais ou sintéticos.

Dentre os polímeros sintéticos mais utilizados, destacam-se o ácido poliacrílico e os cabopóistm, já entre os naturais os mais conhecidos são os éteres de celulose. Ainda dentro dos polímeros naturais, temos o agar-agar, um dos mais antigos ficocolóides conhecidos pela humanidade e muito utilizado pela indústria alimentícia, farmacêutica e bioquímica, capaz de formar géis rígidos e semirrígidos.

Partindo do desejo de buscar novos materiais naturais e acessíveis para a realização de procedimentos de limpeza em pinturas com alta sensibilidade à umidade, em especial em pinturas a óleo não envernizadas, esse trabalho propõe um estudo sobre o agar-agar e uma série de testes de limpeza, comparando alguns tipos diferentes do gel, a fim de atestar a possibilidade de utilização de um material barato, que garanta a integridade física da obra durante o tratamento e que seja amplamente disponível no Brasil no lugar de sistemas mais complexos e de difícil acesso.

Primeiramente, foi exposto um resumo histórico do uso dos vernizes, demonstrando a tendência ao abandono de seu uso, pelo menos de maneira convencional, a partir da virada do século XX e explorando o crescente problema da sensibilidade à umidade em pinturas não envernizadas. No capítulo seguinte, intitulado “os sistemas de limpeza em pinturas”, apresenta-se um breve panorama histórico da evolução dos sistemas de limpeza e análise dos atuais parâmetros mais utilizados. A seguir, no capítulo 4, uma revisão sobre a composição, produção e uso do agar-agar é desenvolvida. Por fim, são expostos os procedimentos e resultados de um protocolo de testes com o objetivo de analisar a eficiência de 3 géis de agar-agar carregados com água deionizada, cada um em 3 concentrações diferentes: 1%, 2,5% e 5%.

Os testes realizados tem o objetivo de responder alguns questionamentos que surgiram durante a elaboração do projeto de pesquisa para este trabalho, entre eles:

- Quais as vantagens e desvantagens do uso de géis como parte de um sistema de limpeza, em especial o agar-agar?
- É possível determinar que soluções gelificadas são seguras para a conservação de pinturas?
- É possível utilizar versões comerciais do ficocolóide, como as vendidas em lojas de produtos naturais, em situações onde o acesso a composições mais puras (como as da indústria farmacêutica) não seja possível?

2 AS PINTURAS NÃO ENVERNIZADAS

O uso dos vernizes em pinturas é registrado desde o século XI (DE LA RIE, 1987) na Europa. Apesar de serem identificados alguns casos de pinturas propositalmente não envernizadas ao longo da história, é no fim do século XIX que a recusa do uso dos vernizes nas pinturas a óleo, em busca de certos efeitos visuais, solidifica-se. Callen (1994), descreve como a busca de alguns impressionistas por pinturas menos brilhosas, garantindo uma superfície pictórica fosca, menos saturada e mais próxima do pastel, segue uma tendência à renovação dos modos clássicos de se fazer pintura.

Essa inclinação ao abandono do uso do verniz no impressionismo era, portanto, ideológica, desafiando as tradições diretamente ligadas à academia a partir de buscas por novas possibilidades de efeitos óticos. Além disso, desafiava-se nesse momento a própria maneira de se fazer pintura, pois cada vez mais artistas pintavam ao ar livre, tentando capturar com pinceladas, momentos de luz específicos.

As novas tintas pré-misturadas e em tubos que começam a ser produzidas na época, além de facilitar esse trabalho fora do ateliê, também permitiam a fácil produção de pinturas com muito empaste, outra tendência impressionista que garantia a criação de diversas novas texturas. Tanto a ambientação e rapidez na produção quanto esse novo tipo de superfície irregular das pinturas são características que condicionam à recusa ao brilho do verniz (SWICKLIK, 1993).

No século XX, novas tintas, como as acrílicas e vinílicas, são exploradas pelos pintores. A liberdade experimental de novos artistas faz do uso do verniz, como elemento estético, uma escolha pessoal cada vez menos utilizada, característica que pode ser observada até a contemporaneidade.

Contudo, o uso de vernizes não está só relacionado a efeitos visuais e cromáticos, mas também a criação de uma camada protetora entre a camada pictórica e o ambiente externo (CALLEN, 1994). Pinturas não envernizadas não só estão sujeitas a efeitos acelerados de oxidação, mas também ao acúmulo de poeira e outras partículas em sua superfície e até à possível migração dessas partículas para dentro da camada pictórica e subjacentes. As camadas subjacentes à camada pictórica ficam muito mais acessíveis a umidade que, penetrando por diversos fenômenos, como osmose ou capilaridade, pode solubilizar diversos compostos presentes nas camadas de preparação ou nas encolagens. Apesar disso, os vernizes resinosos mais utilizados nos últimos séculos tem a tendência de amarelecer permanentemente com o tempo, alterando as tonalidades originais dos pigmentos.

Fica evidente que o uso de vernizes foi uma tendência estilística, seja pela necessidade de proteção da obra, pela busca de efeitos estéticos ou por tradição acadêmica, que começa a ser repensada no fim do século XIX. Tal tendência, cria um importante ponto de ruptura tanto para a história da arte quanto para a conservação-restauração que deve, então, pensar em novos métodos de tratamento para essas obras.

Com o desenvolvimento da indústria de tintas a partir do século XX, diversos novos pigmentos e aglutinantes começam a ser introduzidos no mercado. Novas tintas, como as acrílicas e vinílicas, também estavam se desenvolvendo, aumentando ainda mais a variedade de novos materiais cujas interações ao longo do tempo não eram conhecidas. Segundo Tempest (2013), novos aditivos são introduzidos as composições industriais para melhorar a dispersão dos pigmentos no aglutinante, estearatos de zinco e alumínio também eram usados como agentes de dispersão, aumentando a viscosidade do óleo e reduzindo a quantidade de pigmento necessária.

A alta probabilidade de deteriorações causadas por acúmulo de sujidades, junto a alta sensibilidade a umidade e a solventes, fez com que a limpeza, um dos procedimentos mais comuns na conservação de pinturas, se tornasse objeto de pesquisa de diversos profissionais. É importante notar que a sensibilidade a umidade de pinturas a óleo, especialmente pinturas modernas e contemporâneas, é um fenômeno discutido por diversos autores, como: Burnstock, 2008; Ormsby, 2018; Volk, 2014; entre outros. No entanto, não parece haver consenso sobre uma única causa para a sensibilização de certos pigmentos. Nota-se alguns de fatores em comum, como: diferentes propriedades físico-químicas das novas tintas produzidas a partir do século XX e a popularização do abandono do uso dos vernizes.

Também é observado que com efeito, ao longo do tempo, pode ocorrer uma separação em fases de pigmento e aglutinante mesmo em óleos já bastante polimerizados, facilitando a absorção e solubilização por solventes mais polares. (BURNSTOCK, 2008)

Outra possibilidade é observada por Volk (2014), que demonstra a formação de pequenos sais solúveis em água na superfície de pinturas não envernizadas, em especial o sulfato de magnésio hepta-hidratado ou epsomita. O aumento desses cristais provoca estresse interno, capaz de resultar em desprendimento da camada pictórica:

“[...] carbonato de magnésio, um constituinte de alguns tubos de tinta óleo modernas, podem reagir a exposição a uma fonte sulfurosa pelo ar, formando epsomita. Os cristais rompem a superfície da pintura, resultando num filme fisicamente enfraquecido [...]”.

A sensibilização de pigmentos também está relacionada a dois fenômenos causados pela simples absorção de água ou solventes orgânicos: inchamento e lixiviação.

Inchamento (*Swelling*) pode ser descrito como a absorção excessiva de solvente, diminuindo o poder de coesão do aglutinante e facilitando a remoção de pigmento (TORRACA, 2005). Phenix (2001) discute a caracterização desses dois processos a partir das publicações de Stelow entre os anos 1950 e 1970. Stelow sistematiza solventes com maior poder de inchamento de filmes oleosos e define uma “área de inchamento máxima” dentro do triângulo de Teas¹. O tempo de polimerização do óleo também parece influenciar na capacidade de inchamento da camada pictórica.

A lixiviação pode ser descrita como a solubilização de certos compostos das tintas (Encyclopedia of ecology, 2013). É um processo mais lento, sendo observado a longo prazo. A remoção de compostos orgânicos que possuem propriedades plastificantes causa o enfraquecimento da camada pictórica e alterações das propriedades óticas da superfície do quadro, resultando em desprendimento do aglutinante (PHENIX, 2001).

Todas essas alterações na estrutura dessas pinturas forçam conservadores a buscarem novos métodos de limpeza que possam garantir maior segurança e controle na liberação de umidade ou de solventes orgânicos sobre as superfícies de seus objetos de trabalho. Um dos avanços mais recentes com vistas a enfrentar esse problema, é a formulação de géis, em especial os formados por ficocolóides naturais e os géis sintéticos desenvolvidos pela indústria farmacêutica. Atualmente, esses materiais são bastante comuns como solução para limpezas em pinturas.

¹ O triângulo de Teas é uma representação gráfica de três eixos, criada por J. P. Teas, que sistematiza parâmetros de solubilidade de substâncias de acordo com suas respectivas forças de interação moleculares (forças de dispersão, dipolo-dipolo e ligações hidrogênio), cada uma representada por um lado do triângulo.

3 SISTEMAS DE LIMPEZA EM PINTURAS

Antes de discorrer sobre o desenvolvimento dos sistemas de limpeza é preciso esclarecer o que entendemos como limpeza e sujidade. O termo *limpeza*, no campo da preservação, pode se referir a remoções químicas ou mecânicas de diferentes partículas e substratos de uma pintura, desde poeira, materiais aderidos, partículas provenientes de gases poluentes e cigarros. Na acepção inglesa do termo, *cleaning*, a remoção de vernizes e de repinturas também são consideradas nesse processo (CASOLI, 2014). Contudo, neste trabalho nos referimos a estes dois últimos casos como *remoções*.

O conservador-restaurador da Universidade de Valencia, José Manuel Barros García (2015), em seu artigo sobre o papel dos processos de limpeza na conservação de pinturas, de acordo com a ampla definição para o procedimento e com base em diferentes visões teóricas, divide os sistemas de limpeza em quatro principais grupos que orientam os objetivos desse tipo de tratamento, sendo eles: limpeza como procedimento de conservação, como forma de revelar a intenção do artista, como apresentação estética e como tentativa de garantir a fruição da obra.

Garcia (2015), discorre sobre essas quatro definições demonstrando como, na prática, elas relacionam-se. A limpeza como procedimento de conservação é compreendida como a “remoção sistemática de sujidades depositadas nos objetos que desejamos preservar”. Já a conservação como forma de revelação, têm o objetivo de revelar a forma original de uma obra em algum ponto de seu passado. A limpeza como apresentação estética, tem o objetivo de reforçar a natureza do valor estético da imagem, levando em conta “equilíbrios cromáticos e a permanência de um certo senso da passagem do tempo”. Por fim, a limpeza para a melhoria da fruição, é descrita como ferramenta que garante aperfeiçoamento da “percepção, apreciação e entendimento de um bem cultural deteriorado”.

É importante explicitar que, durante a realização dos procedimentos práticos desse trabalho, refere-se a limpeza como “procedimento de conservação, que caracteriza-se pela remoção sistemática de poeira e outras partículas depositadas sobre a superfície de uma obra, com o objetivo de garantir a preservação do objeto pelo maior tempo possível e a possibilidade de realizar outros tratamentos com maior facilidade” (GARCÍA, 2015).

Mesmo a limpeza de pinturas sendo uma preocupação muito anterior, é no século XVII que surgem os registros mais concretos das receitas testadas nesses procedimentos e fica evidente o caráter experimental das limpezas, frente a problemas ainda não tão bem compreendidos. Um

dos mais antigos métodos de limpeza de pinturas testados na época e que deixou suas influências até hoje é o uso de saliva e da água.

Théodore de Mayerne, médico da corte francesa durante parte do século XVII, registrou alguns outros métodos de limpeza de pinturas da época, entre eles o método de ““lavar com habilidade a obra utilizando um sabão comum e uma esponja macia, deixando agir de acordo com a sujidade. Finalizar lavando com urina e riçando com água em abundância””. Além de procedimentos como a aplicação de colas que depois de secas poderiam ser removidas junto da sujidade e ações mecânicas com tecidos e esponjas (CALEY, 1990).

Métodos de limpeza a seco também são registrados desde o século XVII, como o uso de esponjas, tecidos, pincéis e trinchas, batatas, cebolas, entre outros (MORA et al., 1984). Ainda assim, os métodos mais comuns de limpeza consistiam no uso de água e saliva. A adição de outras substâncias a esse tipo de limpeza aquosa se limitava a adição de compostos alcalinos como controladores de pH.

Segundo Stavroudis (2005), apesar dos diversos experimentos arbitrários registrados na história, os métodos de limpeza não tiveram muitas alterações e se limitaram, principalmente, ao uso de água e saliva até a segunda metade do século XIX, quando os primeiros surfactantes e detergentes são desenvolvidos durante o avanço da indústria petroquímica e os sistemas de solventes começam a ser aperfeiçoados. A partir daqui os procedimentos de limpeza tomam caráter cientificista e há um maior interesse em entender quimicamente o comportamento das pinturas e as interações entre objeto, sujidade e sistema de limpeza.

As novas teorias do campo da preservação desenvolvidas no século XX, além de episódios como o ocorrido durante a exposição *cleaned pictures* de 1947, realizada pela National Galery, também fomentaram muita discussão envolvendo os objetivos e limites dos procedimentos de limpeza.

Sobre essa exposição, o Dr. H. J. Plenderleith escreve para a Nature, em 1947:

É evidente que as críticas do público são importantes para a vitalidade de qualquer galeria; assim, a exposição presente, enquanto fornece dados para uma resposta a pontos controversos que têm sido levantados pela imprensa, é designada, também, a estimular o interesse por procedimentos técnicos e encorajar o desenvolvimento de críticas construtivas [...].

Um dos principais cientistas da conservação a estudar os efeitos de solventes orgânicos na limpeza de pinturas foi Nathan Stolow. Stolow estudou os efeitos de penetração dos solventes

e suas interações com as superfícies porosas das pinturas. Segundo Phenix (2001), Stolow “essencialmente distinguiu os solventes por seus coeficientes de difusão em filmes de tinta à óleo”.

Outra importante pesquisadora da área de solventes foi Masschelein Kleiner, química belga, desenvolveu estudos e formulações associando solventes de propriedades distintas, de maneira a potencializar as possibilidades para limpezas de pinturas e remoção de vernizes e repinturas. Foi uma das principais responsáveis pela classificação de solventes de acordo com seus tipos de interações químicas, gerando não só uma padronização de solventes e misturas para a dissolução de diferentes materiais, mas também a possibilidade de produzir novas misturas com áreas de solubilidade conhecidas.

Mesmo ainda sendo um método muito utilizado por conservadores até hoje, o esquema de Masschelein possui algumas falhas. Como apontado por Phenix (2001), “os sistemas propostos não levam em consideração o poder do solvente associado a efeitos de inchamento e lixiviação”, além de desconsiderar as diferenças de propriedades físico-químicas entre pinturas antigas (já bastante polimerizadas, com verniz envelhecido) e pinturas mais recentes.

“Enquanto o sistema pode ser adequado para limpar, por exemplo, pinturas holandesas do século XV e XVI com verniz e repinturas já envelhecidos, é provável que esses mesmos sistemas não tenham a sutileza necessária, especialmente se tratando de polaridade, para limpar pinturas mais recentes e intrinsecamente sensíveis a certos solventes” (PHENIX, 2001).

Mais recentemente, novas pesquisas levaram à introdução dos tensoativos constituindo sistemas de limpeza de sujidades e até mesmo de remoção de vernizes. Segundo Rosen (2012), os surfactantes ou agentes tensoativos, são substâncias que, quando presentes em baixas concentrações em um sistema, podem adsorver nas superfícies ou interfaces desse sistema e alterar o grau de energia livre das mesmas, ou seja, alterando a tensão superficial dos componentes do sistema.

O termo deriva de “*surface active agent*” e é um termo guarda-chuva que engloba detergentes, sabões, emulsificantes e sabões de resina. Apesar de seu desenvolvimento na indústria no fim do século XIX, é a partir de meados do século XX que detergentes comerciais, como Triton X-100, começam a ser propriamente empregados na conservação, inicialmente no tratamento de têxteis (STAVROUDIS, 2005).

A água continua sendo um dos solventes mais utilizados na limpeza de obras durante o século passado, contudo se torna comum a utilização de substâncias alcalinas para o controle de pH das soluções, especialmente Amônia.

Phenix (2001), descreve o uso de uma série de substâncias como etanol, aguarrás mineral, acetona, terebintina e benzeno, além de misturas de solventes como água/etanol, etanol/aguarrás mineral e acetona/aguarrás mineral. O autor também descreve uma evolução de estudos sobre os efeitos desses solventes na limpeza de pinturas desde o século passado.

Nas últimas décadas do século XX, a problemática da limpeza de pinturas mais opacas e não envernizadas começa a ganhar espaço de pesquisa e reflexão. Via de regra, elas apresentam alta sensibilidade a umidade relacionada a mudança na produção dos materiais e das próprias obras. Começam a ser explorados os agentes quelantes, as enzimas, os géis e se popularizam, também, os métodos de limpeza a seco, como as borrachas de PVA ou vinílicas e os sistemas laser.

De acordo com Stavroudis (2005), Leslie Carlyle foi, provavelmente, a primeira conservadora a utilizar agentes quelantes para limpeza de superfícies pintadas entre os anos 80 e 90. Os quelantes “podem ser definidos como compostos orgânicos que sequestram íons metálicos [...], impedindo o metal de participar de reações em que normalmente participaria” (BURGESS, 2016).

Solventes, quelantes, surfactantes, enzimas e géis são incorporados aos métodos desenvolvidos por Wolbers (1988), também durante a década de 80 e 90. Ao invés de se afastar dos sistemas aquosos, o autor sugere métodos que garantem maior controle sobre as interações entre o sistema de limpeza e o objeto tratado, em especial a partir do uso de substâncias gelificantes e emulsificantes. O uso de agentes gelificantes ou emulsificantes permitiu o controle de atividade dessas substâncias, garantindo não só mais eficiência, mas também mais segurança para o conservador-restaurador, especialmente quando trabalhando com solventes.

O desenvolvimento de surfactantes mais eficientes também possibilitou o uso das microemulsões em conservação a partir dos anos 1980. As microemulsões, como descritas por Lindman (1981), são sistemas líquidos, transparentes, homogêneos e estáveis, compostos pela união de duas substâncias insolúveis, dispersas uma na outra por intermédio de surfactantes. A possibilidade de criar soluções hidrofílicas ou hidrofóbicas de acordo com a superfície a ser limpa e de combinar a capacidade de limpeza de solventes de diferentes polaridades popularizou o uso das microemulsões em detrimento dos sistemas de solventes puros.

Desenvolvem-se, também, cada vez mais pesquisas em busca de géis e nanogéis capazes de servir como veículo de solventes, garantindo maior controle de aplicação. Os sistemas mais comuns são compostos de polímeros gelificantes sintéticos ou naturais. Dentre os sintéticos os mais expressivos seriam o ácido poliacrílico e os cabopóis, dentre os naturais os éteres de celulose.

Nos últimos anos uma grande inovação é a produção de nanogéis. Géis químicos a base de água que podem, também, ser carregados com alguns solventes orgânicos ou outras nanopartículas de acordo com a superfície a ser tratada. Os nanogéis também têm sido considerados em outros processos, como desacidificação e consolidação (BAGLIONI, 2013).

Os sistemas gelificados já são explorados a alguns anos, mas só nas últimas décadas começaram a ser mais utilizados pelos conservadores-restauradores. De modo geral, géis são polímeros que expandem ou se solubilizam na presença de água aumentando a viscosidade da solução. Especificamente no tratamento de pinturas, o principal uso desse tipo de material está nos sistemas de limpeza e de remoção de verniz, atuando principalmente em superfícies e materiais sensíveis a umidade ou em situações onde há necessidade de uso muito controlado de solventes. (BAGLIONI, 2009).

Hoje, busca-se a mínima utilização de umidade possível, alto controle das reações de interação entre os sistemas escolhidos e a pintura, além de análise metódica da composição do que se deseja limpar. Afim de escolher o sistema mais adequado possível, também vem sendo avaliado o nível de limpeza que se deseja alcançar.

Mesmo com tantos avanços, os processos de limpeza de pinturas podem ser constantemente objeto de debates acalorados e críticas. Um exemplo é a polêmica limpeza dos afrescos de Michelangelo na Capela Sistina. Toda a restauração durou cerca de 20 anos, de 1980 a 1999, e consistiu numa remoção sistemática de sujidades, fuligem e cera de velas acumuladas durante anos. A limpeza consistiu em remover toda a sujidade que estivesse acima do chamado *buon fresco*, onde a aguada de pigmento é aplicada sobre a argamassa ainda úmida. Pois, toda pintura feita a seco posteriormente, não era considerada original, e sim intervenção posterior à execução da obra.

Houve, no entanto, muita controvérsia com relação ao que fora feito originalmente a seco ou não durante todo o processo de restauração (COLALUCCI, 2001). Durante o processo de limpeza foram divulgadas informações conflitantes a respeito das pinturas a seco, o que deixou

parte do público e da crítica especializada muito apreensiva. Além disso, a utilização de um gel para remover depósitos minerais incrustados também alterou a pintura a seco (BECK; DALEY, 2001).

Segundo Beck e Daley (2001), foi utilizado no processo de limpeza da época uma solução já baseada na ideia dos sistemas de géis, cuja formulação é explicitada na tabela 1.

Tabela 1 – Composição de solução de AB57 utilizada na limpeza dos afrescos da Capela Sistina.

Água	1000ml
Bicarbonato de amônio	30g
Bicarbonato de sódio	50g
Desogen a 10%	10g
Carboximetilcelulose	6g

Fonte: BECK, J. DALEY, M. p. 127. 2001.

Beck e Daley (2001) descrevem a função dos componentes dessa formulação no capítulo 4 de seu livro “La restauración de obras de arte: negocio, cultura, controversia y escándalo”. O bicarbonato de amônio e sódio agem como estabilizadores de pH, garantindo uma solução básica fraca (pH entre 7 e 9). Enquanto isso o Desogen atua como fungicida, bactericida e surfactante e a carboximetilcelulose como agente gelificante. Receitas mais recentes não utilizam mais o Desogen.

Por fim, a limpeza teve resultados surpreendentes, revelando uma saturação nunca antes percebida nas obras de Michelangelo. Contudo, todo o processo foi mal recebido tanto pelo público, quanto pela crítica especializada, que acusou a equipe de remover elementos originais da pintura do artista. Toda a controvérsia se agravou ainda mais, pela quantidade de informações ambíguas que foram divulgadas durante os anos com relação as pinturas a seco que foram perdidas. Parte do público, já acostumado com as tonalidades escurecidas e pálidas, deixa de reconhecer a obra e vê a restauração como descaracterização das pinturas originais.

Figura 1 - Capela Sistina antes e depois da restauração de 1980-1999.



Fonte: The Yorck Project, 2002.

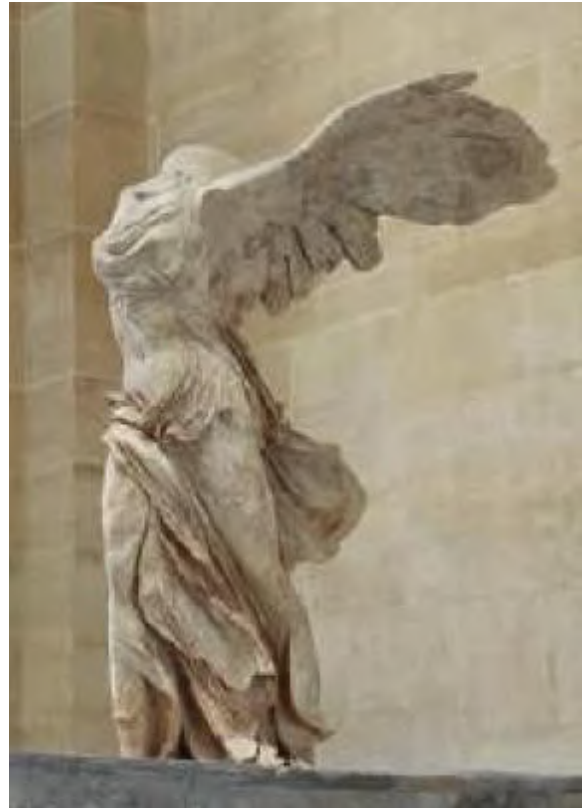
Outro exemplo mais recente, mas agora no campo da escultura, é a repercussão negativa da limpeza da *Vitória de Samotrácia*, pelo Louvre em 2013. A clássica escultura que integra a escadaria que leva até a *Monalisa* passou cerca de 10 meses longe dos olhos do público e foi não só restaurada, mas também digitalizada por meio de escaneamento 3D. Acontece que o objetivo dos restauradores de aumentar o contraste entre os dois tipos de pedra diferentes que compõe a própria escultura e a base azulada resultou no estranhamento por parte do público que já conhecia a obra, gerando diversos comentários e até publicações em blogs, acusando o museu de ter descaracterizado a escultura, removendo as marcas do tempo. A pátina já fazia parte do imaginário romântico do público, como atestado de seu valor histórico.

Figura 2 - Vitória de Samotrácia antes da restauração.



Fonte: Apollo Magazine, 2014.

Figura 3 - Vitória de Samotrácia depois da restauração.



Fonte: Musée du Louvre - Antoine Mongodin, 2014.

Esse tipo de episódio evidencia a necessidade de produção e troca de conhecimento entre profissionais do campo da preservação para que resultados e procedimentos de limpeza sejam melhor compreendidos e aceitos pelo público, bem como por especialistas, dentre os quais historiadores da arte, críticos, químicos e museólogos. Constatamos na atualidade, certa diversidade e riqueza de sistemas de limpeza. Contudo, tal procedimento não deixa de ser sempre desafiante. Com esse estudo decidimos nos dedicar especificamente a conhecer melhor e a realizar experimentos com agar-agar para a limpeza de pinturas não envernizadas.

4 O AGAR-AGAR

Um dos ficocolóides mais antigos de que se tem registro, o agar-agar (também referido apenas como Agar) é, segundo a Enciclopédia Britannica (2018), um coloide hidrofílico extraído de certas algas marinhas da classe das rodofíceas, tais como *Gelidium cartilagineum* e *Gracilaria confervoides*. Muito utilizado pela indústria alimentícia, especialmente como agente emulsificante em diversos produtos e, também, pela indústria farmacêutica na produção de placas de cultura para análises microbiológicas. O agar-agar é produzido em diversas partes do mundo, graças a ampla distribuição de matéria prima em países da Ásia, África e Américas.

Segundo Coppen (1991), os maiores exportadores de matéria prima para produção de agar-agar são Chile (63%), Filipinas (15%), África do Sul (10%) e Brasil (6%). A maior parte da produção é direcionada para a indústria alimentícia e seus principais importadores são Japão, China e Coreia do Sul. O Japão também ocupa a posição de principal produtor mundial.

A ocorrência de uma variedade de espécies de algas vermelhas ao redor do mundo, faz com que haja certa variação nas propriedades do produto final. Apesar de diversas espécies serem utilizadas para a produção do que se chama de agar-agar, as mais utilizadas industrialmente pelo mundo são diferentes espécies de *Gelidium* e de *Gracilaria*.

Diferentes espécies de *Gelidium* são colhidas, principalmente, na Espanha, Portugal, Marrocos, Japão, Coreia, México, França, EUA, China, Chile e África do Sul. Enquanto as *Gracilaria spp.* são colhidas no Chile, Argentina, África do Sul, Japão, Brasil, Peru, Indonésia, Filipinas, China, Índia e Sri Lanka (COPPEN, 1991).

Figura 4 - *Gelidium amansii*.



Fonte: innerpath.com.au.

Figura 5 – *Gracilaria*.

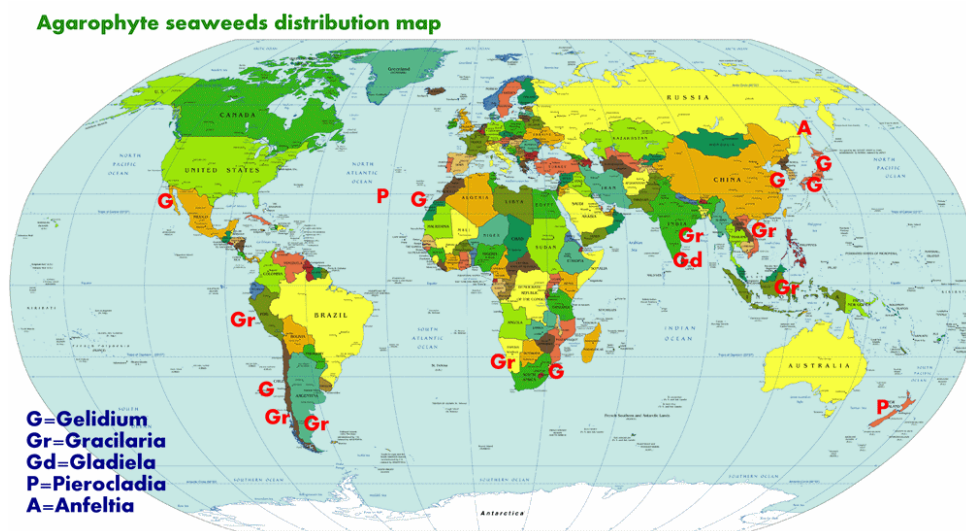


Fonte: the-scientist.com.

Estas são as algas de maior valor comercial, sendo as *Gracilaria* as mais abundantes e as mais usadas por conservadores-restauradores, com mais de 150 espécies pelo mundo. Elas são cultivadas em escala industrial em diversos países, especialmente em áreas de clima tropical.

Atualmente, a coleta de matéria prima para fins comerciais pode ser realizada a partir das algas que são trazidas para a costa, retirando-as diretamente dos bancos de corais ou cultivando-as em larga escala.

Figura 6 - Mapa de distribuição de agarófitos pelo mundo.



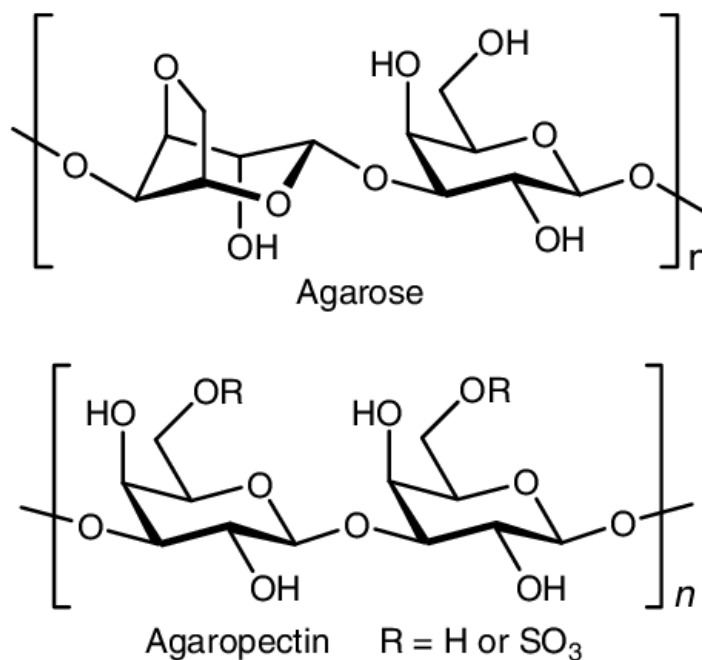
Fonte: FAO fisheries technical paper 288.

4.1 Estrutura química

Encontrado na parede celular das algas como carboidratos em seu estado natural, o agar-agar é uma mistura heterogênea de dois tipos de polímeros polissacarídeos: a agarose e a agarpectina. De acordo com o manual de treinamento para o cultivo de *Gracilaria* e processamento de algas na China publicado pela organização das nações unidas para alimentação e agricultura, “a agarose, fração gelificante, é uma molécula linear neutra que consiste de cadeias repetidas de unidades alternadas β -1,3 D-galactose e α -1,4 3,6-anidro-L-galactose. A agarpectina, fração não-gelificante, é um polissacarídeo sulfatado (3% a 10% de sulfato) composto de agarose e porcentagens variadas de éster sulfato, ácido D-glucurônico e pequenas quantidades de ácido pirúvico (figura 7). A proporção destes dois polímeros varia de acordo com a espécie da alga sendo que a agarose compreende, normalmente, cerca de 70% do agar-agar natural”.

Sendo a agarose, sozinha, a fração responsável pela capacidade de aumento de viscosidade de uma solução, seria a mais adequada para o uso como agente gelificante em procedimentos de conservação. Contudo, segundo Cremonesi (2016), o alto custo de produção de um material com esse nível de pureza torna o agar-agar uma opção mais viável e acessível, já que pode chegar a custar cerca de dez vezes menos que a agarose.

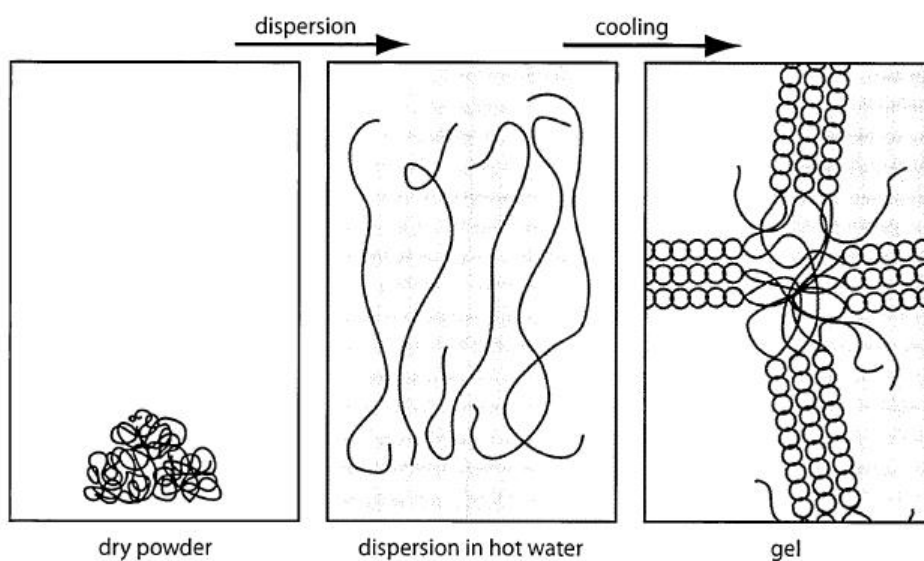
Figura 7 - Os monômeros dos polímeros que formam o agar-agar.



Fonte: KOHAJDOVÁ, 2009.

O agar-agar é vendido comercialmente em forma de pó, o qual é insolúvel em água fria. Nela, suas moléculas se apresentam aleatoriamente emaranhadas. Uma vez aquecida a água as cadeias poliméricas se “desenrolam”, formando cadeias de fios que interagem arbitrariamente. Após o resfriamento da solução, esses fios tomam forma helicoidal, formando uma rede polimérica tridimensional (figura 8). Esse é o processo responsável pela alteração de viscosidade ou rigidez da solução (ARNOTT, 1974).

Figura 8 - Formação do gel de agar-agar



Fonte: ARNOTT, S. et al. 1974.

4.2 Produção

O agar-agar disponível para fins comerciais é obtido a partir de um processo de extração por calor. Dependendo do tipo de alga utilizada há diferenças entre os produtos. O agar-agar produzido com as *Gracilarias* passam por um tratamento alcalino que causa a hidrólise da grande quantidade de grupos de sulfato presentes no polímero, melhorando consideravelmente o poder de gelificação do produto final. Sem esse tratamento anterior, a maioria das espécies de *Gracilarias* não formariam um gel com integridade o suficiente (COPPEN, 1991).

Como descrito por Ferreira (2015), durante o tratamento alcalino, a alga é imersa numa solução aquosa de hidróxido de sódio, entre 2 a 5% (w/w), e aquecida a 85-90 °C durante 1 hora. A concentração da solução básica usada varia com as espécies de alga e é determinada através de testes em pequena escala. Após a remoção da solução básica, a alga é lavada com água, e, por vezes, com uma solução de um ácido fraco para neutralizar qualquer álcali residual.

Além disso, é necessário um processo de clareamento e remoção de subprodutos dessa extração que não são desejáveis, entre eles sais, pigmentos naturais, celulose, etc. Um processo de filtração com pressão ou um ciclo de aquecimento e resfriamento normalmente finalizam o processo para a obtenção de um produto o mais puro possível.

Presentes em diversas partes do mundo, as algas utilizadas na extração do agar-agar podem ser obtidas de três formas distintas: a partir de colheitas de matéria prima que chegam à costa naturalmente, a partir de colheitas manuais ou através do cultivo controlado. A tabela a seguir disponibilizada pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) apresenta uma estimativa da produção mundial de agarófitos ao redor do mundo durante o ano de 1990:

Tabela 2 - Estimativa de produção mundial agarotipos Secos

Produção mundial estimada de agarófitas secas	
PAÍS	Produção de agarófitas (toneladas)
Argentina	1.200
Brasil	150
Chile	7.100
França	250
Índia	180
Japão	4.000
Coreia	11.308
México (1977)	1.200
Marrocos	1.000
Nova Zelândia	200

Peru (1976)	340
Filipinas	1.470
Portugal	1.100
África do Sul	466
Espanha	5.000
Sri Lanka	30

Fonte: Training Manual on Gracilaria Culture and Seaweed Processing in China, 1990.

4.3 Propriedades

Mesmo com a variedade de espécies de algas disponíveis e com a ampla produção de agar-agar em diversas partes do mundo, é possível definir algumas propriedades universais esperadas dos produtos disponíveis no mercado. Segundo Santos (1990), o agar-agar é insolúvel em água fria, precisando de calor para solubilizar-se. Os géis são formados após um ciclo de aquecimento e resfriamento de misturas de concentração entre 0,5% e 5%. A temperatura necessária para solubilizar o coloide é de cerca de 90° C e, ao resfriar a solução a cerca de 35-40° C é observada a formação de um gel rígido.

A estrutura molecular do material o faz ser um gel termo-reversível. O processo de fusão pode ser desencadeado ao se reaquecer o gel, podendo ser repetido várias vezes antes de perder integridade. Em vídeos disponibilizados pelo Getty Conservation Institute sobre a formulação de géis de agar-agar, disponíveis no canal do Youtubetm da instituição ([youtube.com/user/gettyconservation](https://www.youtube.com/user/gettyconservation)), é recomendado que o ciclo de aquecimento-resfriamento seja repetido pelo menos duas vezes para aumentar a eficácia do produto final. Formando géis já em soluções de concentração bastante baixas, o agar-agar se destaca entre os hidrocolóides quando se trata de poder de gelificação e o grande intervalo de temperatura entre a gelificação e a fusão do material garante a versatilidade e a variedade de usos, especialmente para a indústria de alimentos.

A viscosidade das soluções não está apenas ligada a concentração, mas também a matéria prima utilizada na produção do material. Em temperaturas acima de seu ponto de fusão a viscosidade é bastante constante, mas aumenta conforme a temperatura diminui. As diferenças de concentração também afetam a porosidade do material, garantindo capacidade de maior controle sobre o efeito de *syneresis*, ou seja, a quantidade de água dispersada pelo gel em repouso.

4.4 Usos farmacêuticos e alimentícios

O uso mais antigo do agar-agar é no preparo de alimentos e na indústria alimentícia. Seu primeiro registro data de 1658, no Japão. Uma lenda diz que um estalajadeiro ao jogar restos de sopa de algas fora durante o inverno, percebeu o efeito de gelificação no dia seguinte. A partir do século XVII e XVIII o produto já era amplamente comercializado pelo mundo. Hoje é usado na indústria alimentícia como aditivo alimentar, gelificante e estabilizante, controlando a viscosidade de diversos produtos (GLICKSMAN, 1983).

Entre as principais características que destacam o uso do agar-agar dentro da variedade de hidrocoloides disponíveis estão: a possibilidade de formação de um gel apenas na presença de água, sem a necessidade de reagentes; reversibilidade e possibilidade de reutilização por longos períodos; alta estabilidade; formação de géis incolores e sem sabor, entre outras.

Essa grande diversidade de características gelificantes, fez com que seu uso continuasse a ser explorado pelas áreas mais variadas. Pode ser utilizado, em altas proporções e com adição de glicerina, para o preparo de formas para esculturas e moldes usados em arqueologia e odontologia. A alta concentração nesse caso garante um gel livre de risco de contaminação por fungos, já que a quantidade de água disponível para o crescimento de bactérias é mínima (MCHUGH, 1987).

A indústria farmacêutica também encontrou na substância uma ampla gama de utilidades. Pode ser usado como excipiente no preparo de medicamentos, para controle gastrointestinal, no preparo de lubrificantes, na produção de capsulas, etc. Também é amplamente utilizado na bacteriologia e bioquímica, na produção de meios de cultura para bactérias e fungos e como veículo para cultivo de células e em processos de separação de proteínas.

4.5 O agar-agar como sistema de limpeza

Na conservação de pinturas, o uso do agar-agar como gelificante em sistemas de limpeza é relativamente mais recente. Os primeiros registros publicados datam dos anos 80, em especial na procura de métodos menos agressivos para a remoção de vernizes, através do uso da dispersão controlada de solvente na superfície da pintura. Essa técnica visa garantir a remoção de vernizes em etapas, uma camada de cada vez. Na década seguinte a preocupação se tornou a possibilidade de resíduos após o uso desses sistemas, mas alguns testes demonstram que o problema dos resíduos está muito mais relacionado aos solventes sendo administrados do que ao gel em si. (SCOTT, 2012)

Na limpeza de esculturas já é amplamente utilizado, graças as suas capacidades higroscópicas e ao processo de *synerisis* pode absorver partículas de sujidades da superfície e de camadas mais externas de materiais porosos como gesso e pedra. Nas últimas décadas, com o grande número de novos materiais e técnicas na arte moderna e contemporânea, o agar-agar volta a chamar a atenção dos conservadores como alternativa para limpeza de superfícies com alta sensibilidade a umidade e sistemas aquosos de limpeza.

O uso do ficocolóide também tem sido explorado em procedimentos de conservação e restauração de papel. Dentre eles, podemos ressaltar os procedimentos de planificação ou ainda clareamento de manchas pontuais (WARDA, 2007). A possibilidade de uso de géis rígidos, em altas concentrações, permite a aplicação em áreas específicas sem que aja dispersão descontrolada de líquidos. Também se apresenta como uma boa alternativa no tratamento de objetos que possuem diversos pigmentos hidrossolúveis, já que é possível cortar os géis em formas específicas que evitem o contato com as áreas mais sensíveis. Alguns exemplos desse tipo de aplicação também são observados no tratamento de têxteis que apresentam estampas com pigmentos sensíveis a água (PLATANIA, 2014).

Cremonesi (2016), também registra a possibilidade de uso do agar-agar como “pó de borracha”. O gel é preparado com alta concentração e passa por alguns ciclos de aquecimento-resfriamento. Ao ser resfriado dentro de uma seringa, obtém-se um cilindro de agar-agar que pode ser ralado formando pequenos grânulos. Desta maneira, pode ser aplicado sobre a superfície de um objeto com pincel. Essa aplicação parece interessante pois permite o uso do produto para limpeza com atrito leve e delicado de maneira a auxiliar no desprendimento de sujidades com mais facilidade.

O uso do agar-agar em micropartículas é descrito pelo autor como um dos mais seguros, já que a quantidade de água transferida para o objeto é quase mínima e pela facilidade de eliminação sem deixar resíduos. Cremonesi (2016) também reforça que o maior risco do uso de agar-agar não é, necessariamente, intrínseco ao material em si, mas às substâncias nele carregadas. Efetivamente o agar-agar apresenta-se como um polímero natural dotado de versatilidade para aplicação em procedimentos de conservação e restauração.

5 APLICAÇÕES PRÁTICAS

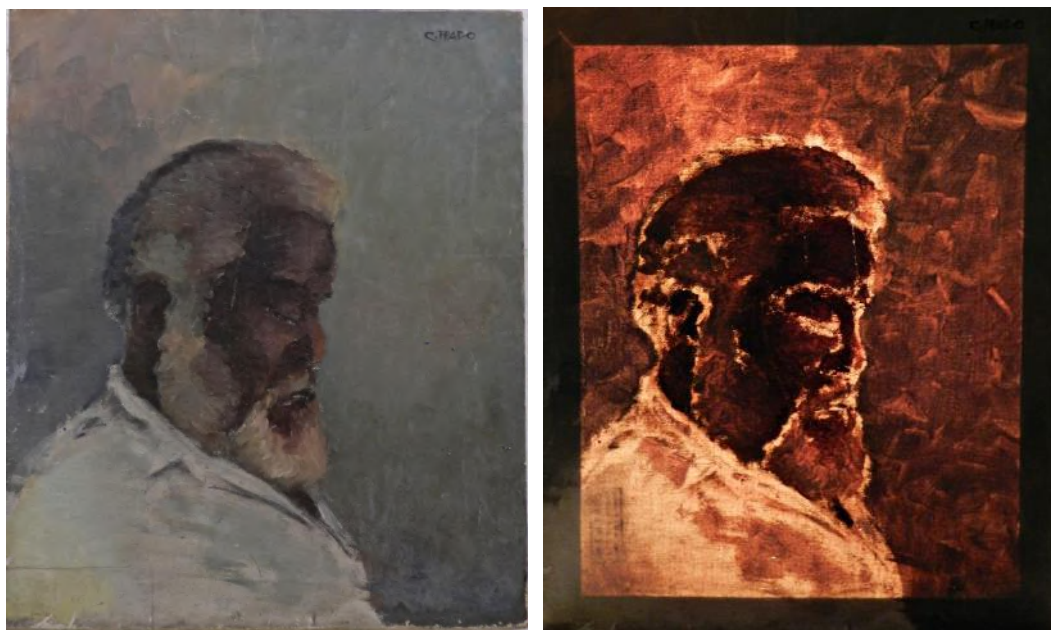
Há alguns anos, o agar-agar tem sido utilizado na conservação-restauração em distintas situações. Seja em procedimentos de limpeza ou remoção de resíduos, sua aplicação em tratamentos de conservação não é rara. Contudo, há certa dificuldade para encontrar produtos elaborados especificamente para o uso no tratamento de bens culturais no Brasil, respeitando certo grau de pureza e capacidade de gelificação necessária. Tal problemática motivou o estudo apresentado a seguir.

5.1 Estudo de caso

Com o objetivo de testar a capacidade de limpeza de alguns tipos de agar-agar encontrados comercialmente, foi escolhida a pintura abaixo como estudo de caso. A obra, adquirida na feira de antiguidades da Praça XV, no centro do Rio de Janeiro, foi escolhida de acordo com alguns critérios, como: ser uma pintura a óleo, não possuir verniz, possuir camada de preparação e ter significativo acúmulo de sujidades. Esses parâmetros foram definidos com o objetivo de simular uma situação real, supondo que esse conjunto de características provavelmente resultariam numa obra sensível à umidade, possibilitando a verificação da efetividade dos géis sem o desprendimento de pigmentos.

Assinada por “C. Prado”, a obra escolhida é um retrato de 55 x 46 cm e apresenta uma figura de perfil ocupando os primeiros dois terços da composição, sobre um fundo escuro.

Figura 9 - Registro da obra escolhida antes dos testes, fotos de luz direta e reversa.



Fonte: Fotos do autor.

É notável, o estudo compositivo do autor ao analisar as linhas de força que compõe a obra. Como citado anteriormente, a figura ocupa dois terços da tela e a linha dos olhos divide a composição, horizontalmente, em duas metades. A cabeça inclinada para baixo, também ajuda no efeito de equilíbrio das linhas oblíquas formadas pela presença da figura no limite da lateral esquerda do quadro.

Figura 10 - Análises de composição.



Fonte: Fotos do autor.

Apresenta uma série de deteriorações como perdas, deformações, materiais aderidos, manchas e abrasões, além de apresentar extensa camada de sujidades de natureza diversa, como partículas de poeira, poluição, etc. A partir de observação da pintura sob luz UV, fica comprovada a ausência de verniz já que não há fluorescência evidente. Testes de solubilidade foram realizados com auxílio de swab e água deionizada e foi observada sensibilidade a umidade em todos os pigmentos, mas em especial nos mais claros e na metade inferior da composição.

Figura 11 - Exame de luz UV, atestando a ausência de verniz.



Fonte: Fotos do autor.

5.2 Materiais e métodos

Foi determinada que a área de testes seria a lateral superior direita, pela facilidade de analisar os resultados em uma área onde há certa regularidade tonal no quadro. Após os primeiros testes, foi selecionada uma das formulações mais eficientes para a limpeza de uma área maior a fim

de observar o processo assim como seria realizado em um tratamento completo, demonstrando a possibilidade de uma limpeza eficiente e uniforme.

Para fins comparativos das potencialidades dos produtos disponíveis no mercado, obtivemos agar-agar das marcas Restaucon LDA, adquirido em Portugal na loja Restaurar & Conservar, os da Farmos LTDA, distribuídos no Rio de Janeiro pela Herzog e o Juventude Gracilária, adquirido em casas de produtos naturais, para fins alimentícios.

5.3 Protocolo de testes

Os três géis escolhidos foram formulados seguindo os mesmos procedimentos descritos abaixo e em três concentrações diferentes: 1, 2,5 e 5% (p/v). Foram produzidos 50ml de cada solução, evitando excesso de material excedente. Os géis foram moldados com o auxílio de formas de silicone. Para observarmos algumas propriedades físicas do gel obtido, como transparência, estabilidade, resistência, dentre outras, parte foi despejada sobre uma placa de vidro (figura 19), permitindo uma melhor visualização dos géis e, em alguns casos, sua manipulação.

Em um *becker* foram adicionados 50ml de água deionizada, a qual é adicionada a correspondente quantidade de agar-agar para a obtenção das concentrações desejadas: 0,5g para 1%, 1,25g para 2,5% e 2,5g para 5%. A escolha da água deionizada para o preparo das soluções foi condicionada ao nível de pureza da mesma, garantindo que nenhum íon mineral presente na água comum interferisse no processo de limpeza.

Após agitação constante com bastão de vidro parte do pó se hidrata e há uma mudança de coloração da mistura. O *becker* foi, então, aquecido em banho maria a uma temperatura acima de 85°C, sempre agitando a solução com um bastão de vidro, momento em que o agar-agar se dissolve totalmente e é obtida uma solução homogênea e levemente esbranquiçada.

Atingindo esse ponto, o *becker* foi retirado da água permitindo o resfriamento da solução que se tornou mais viscosa conforme a temperatura baixava. Géis semirrígidos são formados a partir de aproximadamente 35°C. Após alguns minutos foi possível transferir o gel para as formas de silicone e para a placa de vidro, onde terminaram de resfriar até que a manipulação e aplicação fosse possível.

Foi selecionada a área de testes de forma que todas as aplicações fossem feitas próximas umas das outras e estivessem sobre uma área de pigmentação uniforme, facilitando a comparação dos resultados (figura 12). Antes da aplicação foram feitos testes de solubilidade com aguarrás, não sendo observado desprendimento de pigmento. Cada formulação foi aplicada sobre a área

escolhida e permaneceu sobre a superfície durante cinco minutos, seguidos de remoção do gel mecanicamente e limpeza do excesso de líquidos com swab seco e rinçagem com aguarrás. Para fins comparativos foram feitas duas áreas de teste nas quais foi realizada limpeza preliminar com swab carregado de água deionizada.

Figura 12 – Área de testes



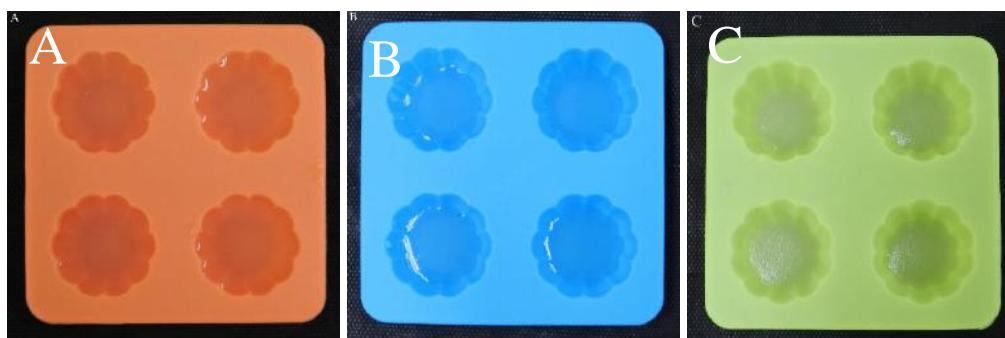
Fonte: Fotos do autor.

Figura 13 - Preparação do Agar-agar Restaucon LDA – moldagem. A) 50g B) 1,25g C) 2,50g



Fonte: Fotos do autor.

Figura 14 - Preparação do Agar-agar Restaucon LDA – moldagem. A) 1% B) 2,5% C) 5%



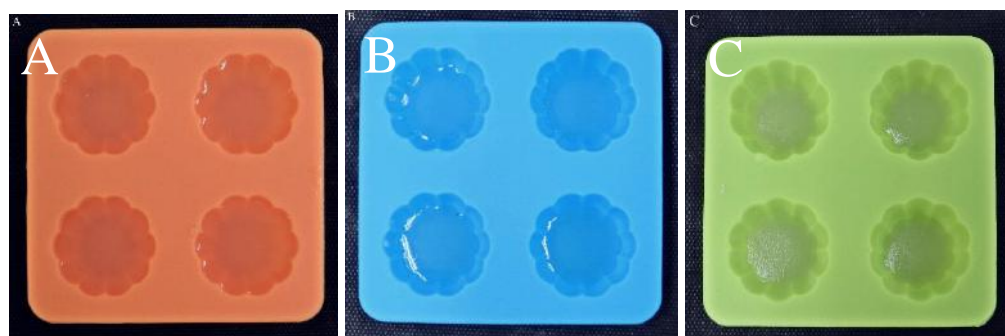
Fonte: Fotos do autor.

Figura 15 - Preparação do Agar-agar Farmos LDTA – pesagem. A) 50g B) 1,26g C) 2,49g



Fonte: Fotos do autor.

Figura 16 - Preparação do agar-agar Farmos LDTA – moldagem. A) 1% B) 2,5% C) 5%



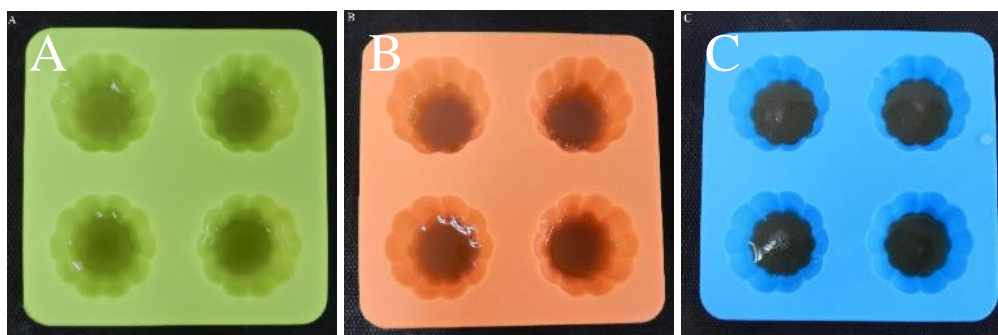
Fonte: Fotos do autor.

Figura 17 - Preparação do agar-agar Juventude Gracilária – pesagem. A) 50g B) 1,25g C) 2,5g



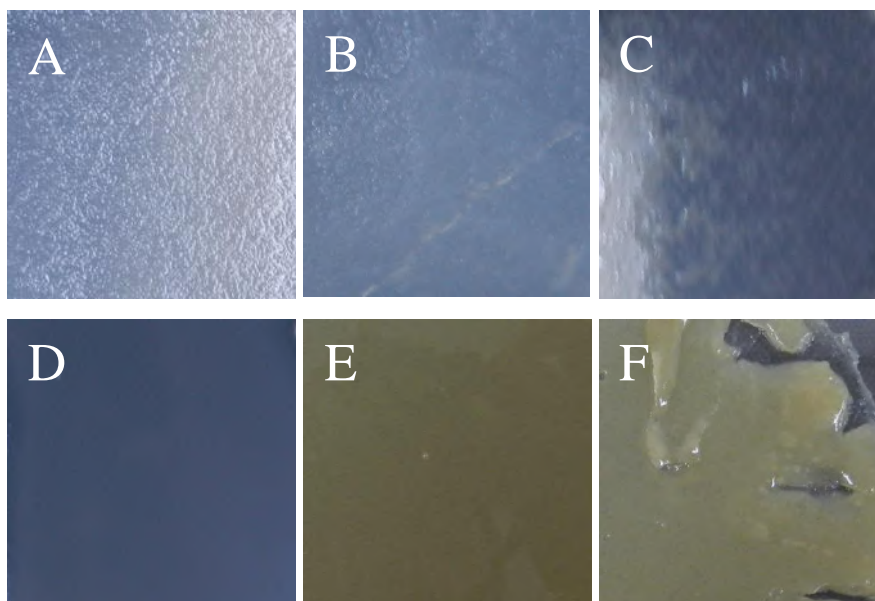
Fonte: Fotos do autor.

Figura 18 - Preparação do agar-agar Juventude Gracilária – moldagem. A) 1% B) 2,5% C) 5%



Fonte: Fotos do autor.

Figura 19 - Géis despejados em placa de vidro. A) Restaucon 2,5% B) Restaucon 5% C) Farmos 2,5% D) Farmos 5% E) Juventude 2,5% F) Juventude 5%



Fonte: Fotos do autor.

Conforme podemos observar na figura 19, as formulações da Restaucon (A e B) apresentaram uma superfície rugosa e úmida. O gel apresentou ótima coesão e podia ser manipulado livremente com as mãos sem se quebrar. Já as versões da Farnos (B e C), apresentaram uma superfície lisa e homogênea em comparação com as anteriores. Também foi possível manipular as placas produzidas sem nenhum problema. Por fim, as versões da Juventude Gracilária (E e F) apresentaram coloração esverdeada, possivelmente por conta de resíduos de algas, dado o baixo nível de pureza do produto. Além disso, os géis eram muito quebradiços e impossíveis de serem manipulados da mesma maneira que os anteriores.

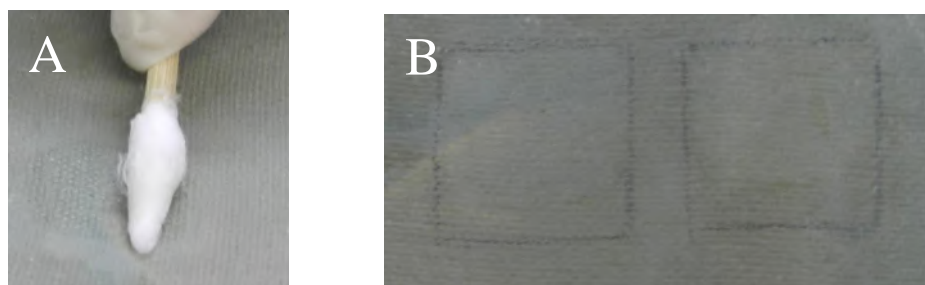
5.4 Aplicação

Inicialmente, toda a superfície do quadro foi higienizada com trincha macia. Duas áreas de testes foram, então, limpas com swabs ligeiramente umedecidos com água deionizada. Na primeira pressionando e rolando o swab, na segunda fazendo movimentos circulares leves sobre a superfície (figura 20). As aplicações com swab apresentaram leve desprendimento de pigmentos junto à sujidade após cerca de 30 segundos de limpeza. Também foram feitos testes com aguarrás, onde foi observada dificuldade em remover sujidades e o surgimento de auréolas em torno da área de contato com o swab. A seguir, foram aplicados os géis nas áreas delimitadas (figuras 21, 22 e 23), cada formulação permaneceu 5 minutos em contato com a superfície e depois foi retirada com o auxílio de espátula. Os resíduos visíveis foram rinçados com aguarrás e swab seco. Os testes foram acompanhados de um registro de observações, sintetizado na tabela 3.

Em todos os casos, os géis produzidos com concentração de 1% eram semirrígidos, dificultando o controle de aplicação e remoção. O agar-agar produzido pela Farnos em concentração de 2,5% (figura 22 - B) produziu um gel rígido, mas não tão estável como o de mesma concentração da Restaucon (figura 21 - B). Por fim, as formulações da Juventude Gracilária produziram géis de difícil manipulação em todas as concentrações, sendo 5% (figura 23 - C) a única que se manteve coesa durante todo o teste, o que não necessariamente prejudicou o processo de limpeza. Nenhuma das aplicações dos géis causaram desprendimento de pigmento aparente.

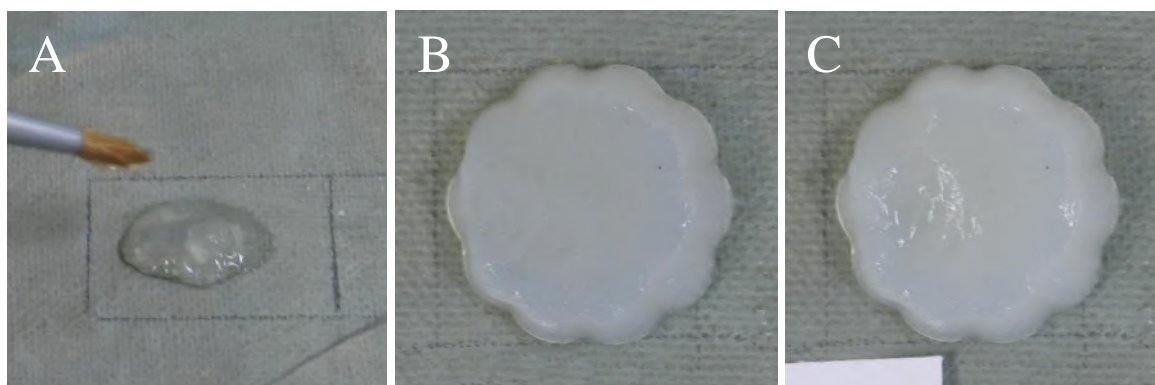
Após realizados todos os testes, as áreas limpas foram fotografadas com uma câmera Nikon Coolpix P500 e posteriormente analisadas com lupa digital usb *colemeter*, com capacidade de aumento de até 500x, facilitando a observação do contraste entre superfícies limpas e sujas. Seriam ideais fotografias realizadas com microscópio eletrônico de varredura para análise mais profunda das áreas tratadas.

Figura 20 - Limpeza com swab e áreas limpas. A) Swab por contato B) Swab em movimentos circulares



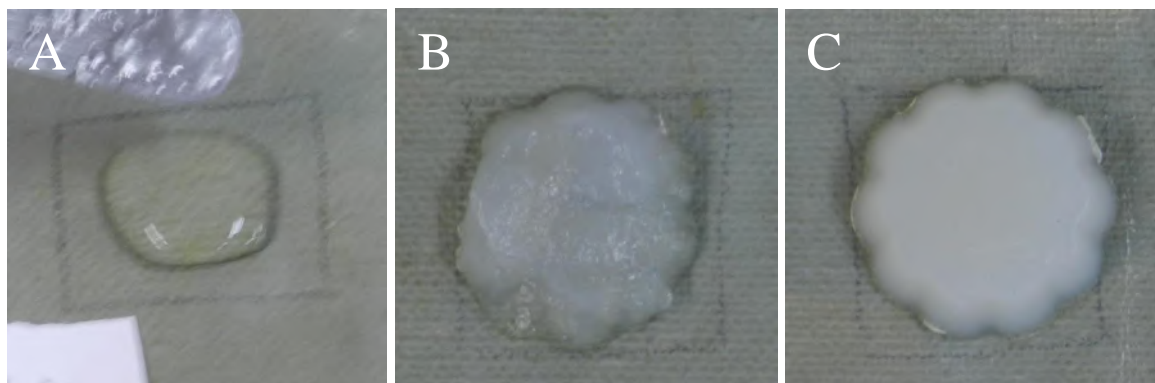
Fonte: Fotos do autor.

Figura 21 - Aplicação dos géis Restaucon LDA. A) 1% B) 2,5% C) 5%



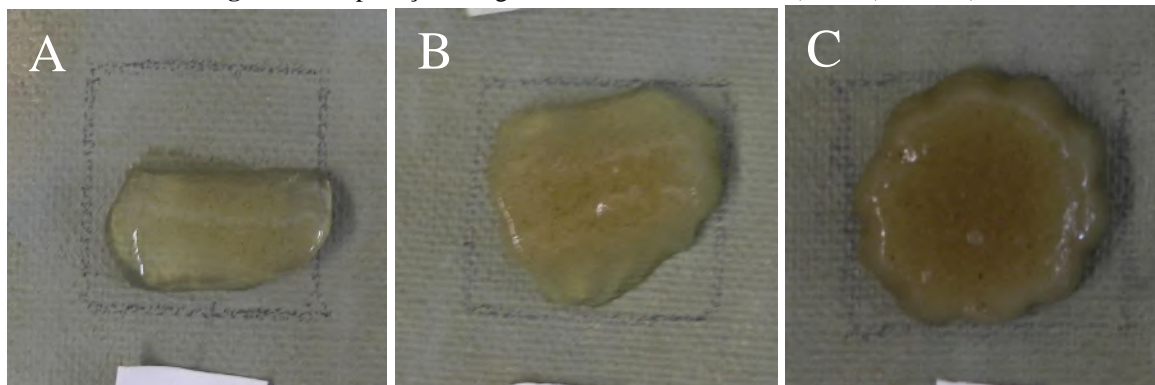
Fonte: Fotos do autor.

Figura 22 - Aplicação dos géis Farmos LDTA. A) 1% B) 2,5% C) 5%



Fonte: Fotos do autor.

Figura 23 - Aplicação dos géis Juventude Gracilária. A) 1% B) 2,5% C) 5%



Fonte: Fotos do autor.

As aplicações foram acompanhadas de registro do comportamento dos produtos à aproximadamente 25° C e UR 60% numa tabela, transcrita a seguir:

Tabela 3 - Registro de comportamento dos géis durante a realização dos testes

TESTE N°	GEL/CONCENTRAÇÃO	NÚMERO DE ROLAGENS DE SWAB ATÉ A REMOÇÃO DE RESÍDUOS VÍSIVEIS	PERDA DE PIGMENTO	COMENTÁRIOS
1	Agar-agar Restaucon LDA 1% DH2O	6	não	Gel semirrígido.
2	Agar-agar Restaucon LDA 2,5% DH2O	5	não	
3	Agar-agar Restaucon LDA 5% DH2O	4	não	
4	Agar-agar Farnos LTDA 1% DH2O	7	não	Tempo de resfriamento/gelificação foi maior que o de mesma concentração da Restaucon LDA. Gel semirrígido.
5	Agar-agar Farnos LTDA 2,5% DH2O	6	não	
6	Agar-agar Farnos LTDA 5% DH2O	4	não	
7	Agar-agar Juventude Gracilária 1% DH2O	10	não	Gel semirrígido e quebradiço.
8	Agar-agar Juventude Gracilária 2,5% DH2O	7	não	Gel quebradiço.
9	Agar-agar Juventude Gracilária 5% DH2O	6	não	Gel quebradiço.

Fonte: Compilação do autor.

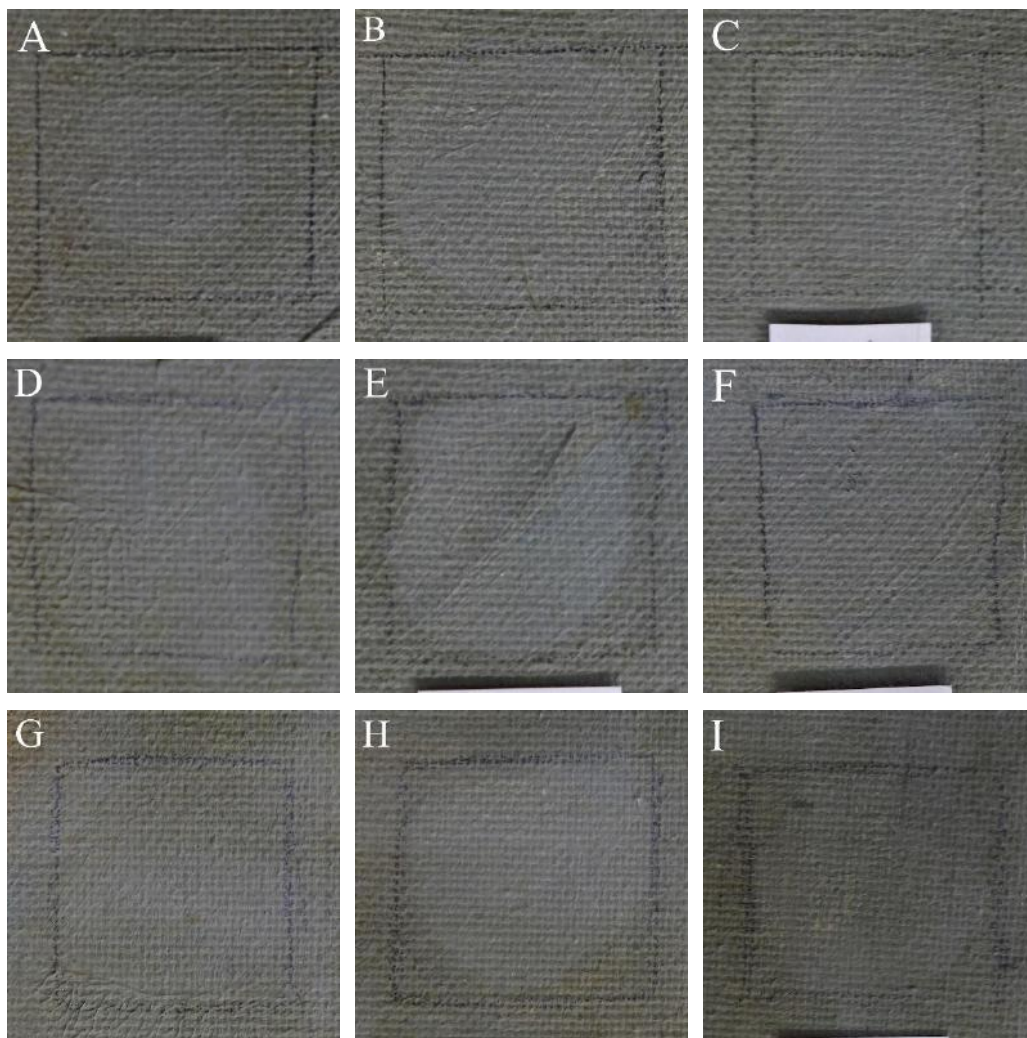
5.5 Resultados e discussões

Todos os testes apresentaram, em diferentes graus, eficiência na remoção de sujidades. Já por observação a olho nu e pelas fotografias digitais fica evidente que o agar-agar da Restaucon é o que proporciona maior controle de difusão de água, mesmo em sua menor concentração a área limpa se restringiu a área de contato do gel.

O agar-agar da Farmos apresentou bons resultados de limpeza, porém com menos controle. É visível que a área limpa ultrapassa o limite de contato do gel com a superfície da pintura. Numa análise visual rápida pode parecer que seu poder de limpeza é maior que o anterior, especialmente em sua versão a 2,5%, mas isso se deve a um leve embranquecimento da área limpa por conta da umidade.

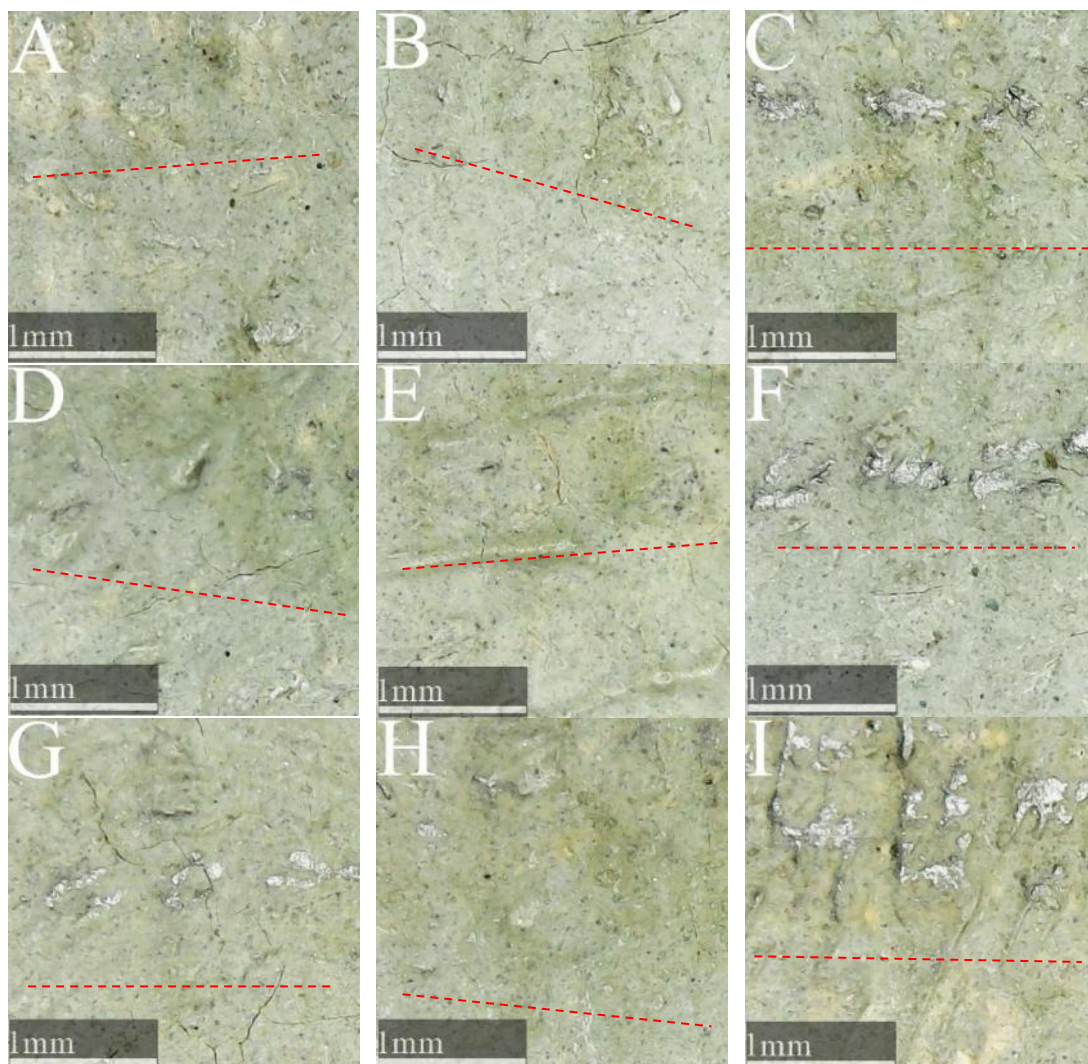
O agar-agar Juventude foi o menos eficiente, ainda que sua concentração a 5% tenha apresentado bons resultados, especialmente pela dificuldade de formação de um gel estável, manipulável e com maior controle de dispersão de água. Durante a tentativa de produção de placas maiores dos géis, o agar-agar Juventude foi o único que não possibilitou a formulação de um gel capaz de ser manipulado, mesmo em sua concentração mais alta o gel era demasiado quebradiço para aplicação em uma área mais ampla.

Figura 24 - Áreas de teste após a limpeza. A) Agar-agar Restaucon 1% B) Agar-agar Restaucon 2,5% C) Agar-agar Restaucon 5% D) Agar-agar Farmos 1% E) Agar-agar Farmos 2,5% F) Agar-agar Farmos 5% G) Agar-agar Juventude 1% H) Agar-agar Juventude 2,5% I) Agar-agar Juventude 5%



Fonte: Fotos do autor.

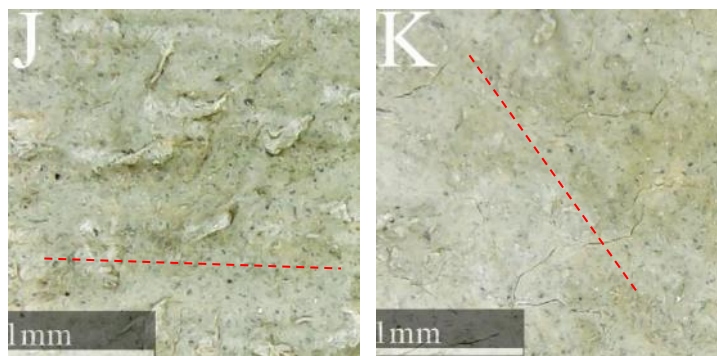
Figura 25 - Fotografias com microscópio digital Colemeter, em aumento de 500x, apresentando áreas de fronteira entre superfície limpa e suja. A) Agar-agar Restaucon 1% B) Agar-agar Restaucon 2,5% C) Agar-agar Restaucon 5% D) Agar-agar Farnos 1% E) Agar-agar Farnos 2,5% F) Agar-agar Farnos 5% G) Agar-agar Juventude 1% H) Agar-agar Juventude 2,5% I) Agar-agar Juventude 5%



Fonte: Fotos do autor.

As fotografias feitas com o microscópio digital usb Colemeter confirmam algumas suposições criadas a partir da primeira observação. Comparando as 9 fotografias, observa-se que os géis A, B e C apresentam poder de limpeza satisfatório e sem alterações da superfície pictórica. D, E e F apresentam resultados satisfatórios, mas é possível observar o embranquecimento da superfície limpa em comparação com os três primeiros testes. G, H e I se mostraram menos eficientes, mas sem causar nenhuma alteração a obra.

Figura 26 - Fotografias com microscópio digital Colemeter, apresentando áreas de fronteira entre superfície limpa e suja. J) Swab roll K) Swab atrito



Fonte: Fotos do autor.

As limpezas com swab, não foram tão eficientes quanto nenhum dos géis. Além da limpeza não ser uniforme houve o desprendimento de pigmento, especialmente na segunda aplicação onde o swab foi usado em movimentos circulares.

A partir da análise inicial desses testes, é possível afirmar que os géis de agar-agar Restaucon, seriam os mais recomendáveis em processos de limpeza, especialmente em suas concentrações mais altas, permitindo maior controle do nível de limpeza. Possibilitando, assim, remover apenas as partículas desejadas sem causar alterações cromáticas ou estruturais. Contudo, não se descarta a possibilidade de utilização do agar-agar Farmos ou Juventude caso sejam os únicos disponíveis, contanto que se use altas concentrações e menor tempo de contato com a superfície. O uso de altas concentrações e por pouco tempo garantirá a possibilidade de manipulação dos géis e menor difusão de água na superfície da obra tratada. É importante frisar que a obra deve ser resistente a aguarrás, já que é necessária a rinsagem da superfície após a remoção dos géis.

6 CONCLUSÃO

Efetivamente, os avanços em pesquisa de novas tecnologias para o tratamento de conservação e restauro de bens culturais são de natureza interdisciplinar, ligando as humanidades às ciências exatas, especialmente a física e a química. Particularmente no campo da conservação de pinturas, os géis para a formulação de sistemas de limpeza constituem um dos materiais mais avançados atualmente, permitindo agir sobre camadas específicas, garantindo cada vez mais controle sobre a interação com a superfície tratada e permitindo o uso de materiais menos tóxicos, tanto para o ambiente quanto para o profissional que os manipula.

Este estudo apresenta uma análise preliminar das potencialidades do uso de géis de agar-agar em procedimentos de limpeza de pinturas não envernizadas. Fica evidente a importância do controle da dispersão de água e do tempo de aplicação, evitando inchamentos ou embranquecimento da camada pictórica. Todos os produtos testados poderiam ser utilizados na conservação de pinturas garantindo a segurança do bem tratado, porém é necessária muita atenção quanto a concentração correta e tempo de aplicação.

O agar-agar Restaucon utilizado em qualquer das três concentrações não apresentou alterações cromáticas e a área de difusão de água se restringiu a área de contato do gel. Já os agar-agar Farnos e Junventude apresentaram maior controle em suas concentrações mais altas.

A partir das observações feitas durante os testes e das características químicas do agar-agar observa-se que parece haver uma ligação direta entre o nível de pureza do produto e seu poder de gelificação. Assim, é desejável que géis menos coesos sejam mantidos em contato com a superfície a ser tratada por menos tempo. Isso permitiria que mesmo versões que possuam pequena quantidade de agarose em sua composição possam ser utilizadas, mesmo que de maneira restrita, aumentando a concentração a ponto de conseguir a formação de um gel rígido o suficiente para ser manipulado. Podemos perceber, então, que é possível utilizar materiais mais acessíveis, como alguns tipos de agar-agar encontrados em casas de produtos naturais, desde que sejam testados seus efeitos anteriormente.

O uso de géis é seguro para o tratamento de pinturas desde que se conheça a natureza da superfície a ser tratada e suas interações com os materiais aplicados. É importante o embasamento da análise dessas superfícies a partir de exames como cortes estratigráficos, cromatografia gasosa e espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR). Mesmo o uso de sistemas aquosos sendo bastante delicado, o uso de géis de limpeza livres de outros solventes orgânicos além da água é mais seguro, já que a questão dos resíduos deixados

após as aplicações, no caso do agar-agar, tem muito mais ligação aos solventes que estão sendo dispersos sobre o objeto do que ao gel em si (SCOTT, 2012).

Esse trabalho permitiu observar como problemas específicos da conservação exigem a busca por soluções a partir de materiais e técnicas de outros campos mais bem consolidados. A adaptação de produtos da indústria farmacêutica, alimentícia, etc. nos permite criar soluções que garantem a integridade física dos bens sem comprometer os resultados desejados.

É de extrema importância, portanto, que mais pesquisas sejam realizadas dentro do campo da preservação, demonstrando a relevância de certas tecnologias para a manutenção do patrimônio. Em relação ao uso dos géis, destaca-se a necessidade de aprofundamento no estudo de caracterização desses novos materiais, especialmente os disponíveis amplamente no mercado. Também se fazem necessárias análises químicas mais profundas quanto aos possíveis resíduos de gel e a possível diferença de material residual entre géis de baixas e altas concentrações. Fotografias com um microscópio eletrônico de varredura e espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier, seriam duas técnicas de análise importantes e necessárias para esse estudo.

Pesquisas futuras podem trabalhar num levantamento dos principais fabricantes de agar-agar da cidade e na padronização de testes atestando quais produtos podem ser utilizados de maneira segura, garantindo o melhor custo-benefício. É de extrema importância que a busca por novos materiais se torne constante no trabalho do conservador-restaurador, criando uma rede de profissionais que possam atestar as vantagens e possibilidades de aplicação desses produtos.

REFERÊNCIAS

AGAR. in Encyclopædia Britannica. 2018. Disponível em: <https://www.britannica.com/topic/agar-seaweed-product>. Acesso em: 02 de março de 2020.

ARNOTT, S. et al. *The agarose double helix and its function in agarose gel structure*. Journal of molecular biology, v. 90, n. 2, p. 269-284, 1974. Disponível em: [doi.org/10.1016/0022-2836\(74\)90372-6](https://doi.org/10.1016/0022-2836(74)90372-6).

BAGLIONI, P. et al. *Gels for the conservation of cultural heritage*. Langmuir, 25, 15, pg. 8373-8374. 2009. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/la900961k>.

BAGLIONI, P. et al. *Inorganic Nanomaterials: Synthesis and Properties*. In: Nanoscience for the Conservation of Works of Art. p. 315-344. 2013. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/ebook/978-1-84973-566-7>.

BERTASA, M. et al. *Cleaning materials: a compositional multi-analytical characterization of commercial agar powders*. Journal of Analytical and applied pyrolysis. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaap.2017.03.011>.

BURGESS, H. *the use of chelating agents in conservation treatments*. The Paper Conservator, 15:1, 36-44. 2016. Disponível em: doi.org/10.1080/03094227.1991.9638395.

BURNSTOCK, A. et al. *Water sensitivity of modern artists' oil paints*. ICOM Committee for Conservation, 15th Triennial Meeting. 2. 651-659. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285663246_Water_sensitivity_of_modern_artists'_oil_paints.

CALEY, T. *Aspects of varnishes and the cleaning of oil paintings before 1700*. Studies in Conservation, v. 35, n. sup1, p. 70-72, 1990. Disponível em: doi.org/10.1179/sic.1990.35.s1.016.

CALLEN, A. *The unvarnished truth: mattness, 'primitivism' and modernity in French painting. C.1870-1907*. The Burlington Magazine, vol. 136, N° 1100, pg. 738-746. 1994. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/886270>.

CARRETI, E. et al. *Soft matter and art conservation. Rheoreversible gels and beyond*. The royal society of chemistry – Soft Matter. Vol 1, pg. 17-22. 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1039/b501033k>.

CARRETTI, E. et al. *Poly(vinyl alcohol)-Borate Hydro/Cosolvent Gels: Viscoelastic Properties, Solubilizing Power, and Application to Art Conservation*. *Langmuir*, 25, 15, pg. 8656-8662. 2009. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/la804306w>.

CASOLI, A. et al. *Cleaning painted surfaces: evaluation of leaching phenomenon induced by solvents applied for the removal of gel residues*. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 21, n. 23, p. 13252-13263, 2014. Disponível em: doi.org/10.1007/s11356-014-2658-5.

COLALUCCI, G. *Michelangelo in the Sistine Chapel: painting technique and technique of restoration*, *Studies in Conservation*, 31:sup1, 46-47. 1986. Disponível em: doi.org/10.1179/sic.1986.31.Supplement-1.46.

COLALUCCI, G. *Michelangelo, the Sistine Chapel: Report on the restoration*. Canova, 2001.

BECK, J. DALEY, M. *Estado físico de la bóveda de la capilla sixtina*. In: *La restauración de obras de arte: negocio, cultura, controversia y escándalo*. Ediciones del Serbal, 2001.

COPPEN, J. J. W. NAMBIAR, P. *Agar and alginate production from seaweed in India*. Bay of Bengal Programme – post harvest fisheries. Food and agriculture organisation of the united nations. Madras – India, 1991. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-ae448e.pdf>.

CREMONESI, P. *Surface cleaning? Yes, freshly grated Agar gel, please*. *Studies in conservation*, vol 0, nº 0. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1179/2047058415Y.0000000026>.

DE LA RIE, E. R. *The influence of varnishes on the appearance of paintings*. *Studies in conservation*, nº 32, pg. 1-13. 1987. <https://doi.org/10.1179/sic.1987.32.1.1>.

DOMINGUES, J. et al. *Chemical semi-IPN hydrogels for the removal of adhesives from canvas paintings*. *Applied Physics A*, v. 114, n. 3, p. 705-710, 2014. Disponível em: doi.org/10.1007/s00339-013-8150-0.

GARCÍA, J. *Re-evaluating the roles of the cleaning process in the conservation of paintings*. *Ge-conservación*, p. 14-23, 2015. Disponível em: <https://ge-iic.com/ojs/index.php/revista/article/view/210>.

GLICKSMAN, M. *Red Seaweed extracts (agar, carrageenans, and furcellaran)*. *Food hydrocolloids*, v. 2, p. 73-113, 1983. Disponível em: <https://bit.ly/2GR4bdd>.

KHANDEKAR, N. *A survey of the conservation literature relating to the development of aqueous gel cleaning on painted and varnished surfaces*. Studies in Conservation, 45:1, pg. 10-20. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1179/sic.2000.45.1.10>.

KOHAJDOVÁ, Z. KAROVIČOVÁ, J. *Application of hydrocolloids as baking improvers*. Chemical Papers, v. 63, n. 1, p. 26-38, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.2478/s11696-008-0085-0>.

MAIA, M. C. *Conhecimento científico e restauração: entre análise e método*. In: Cadernos de ciência & conservação – Teoria e Contexto. v.1, n.1, p. 38-43. jan, 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/34081830-Cadernos-de-ciencia-conservacao.html>

MASSCHELEIN-KLEINER, L. *Contribution à l'étude des solvants utilisés en conservation*. In: Icom committee for conservation. 6th triennial meeting, Ottawa, 21-25 September 1981. Preprints. 1981.

MAYER, L. MYERS, G. *Understanding the techniques of American tonalist and impressionist painters*. Journal of the American institute for conservation, vol. 32, nº 2, pg. 129-139. Nova Iorque, 1993. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/3179705>.

MCHUGH, D. J. *Production and utilization of products from commercial seaweeds*. 1987. Disponível em: <http://www.fao.org/3/x5822e/x5822e00.htm>.

MORA, P. MORA, L. PHILIPPOT, P. *The conservation of wall paintings*. Butterworth & Co. 1984.

MORRISON, R. et al. *Na investigation of parameters for the use of citrate solutions for surface cleaning unvarnished paintings*. Studies in conservation, Vol. 52, Nº 4, pg. 255-270. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1179/sic.2007.52.4.255>.

ORMSBY, B. et al. *Scientific investigation into the water sensitivity of twentieth century oil paints*. Microchemical Journal, 138, 282–295. 2018. Disponível em: doi.org/10.1016/j.microc.2018.01.017.

PLATANIA, E. et al. *Suitability of Agar-agar gel for the micro-extraction of organic dyes on different substrates: the case study of wool, silk, printed cotton and a panel painting mock-up*. Journal of raman spectroscopy, vol. 45, pg. 1133-1139. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/DOI 10.1002/jrs.4531>.

PLENDERLEITH, H. J. *Cleaned Pictures at the National Gallery*. Nature. v. 160 n. 4068. 1947. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/160523a0.pdf>.

PHENIX, A. SUTHERLAND, K. *The cleaning of paintings: effects of organic solvents on oil paint films*. Studies in Conservation, 46:sup1, 47-60. 2013. Disponível em: doi.org/10.1179/sic.2001.46.Supplement-1.47.

ROSEN, M. J. KUNJAPPU, J. T. *Surfactants and interfacial phenomena*. John Wiley & Sons, 2012.

SANTOS, G. A. *A Manual for the Processing of Agar from Gracilaria*. Manila: ASEAN/UNDP/FAO Regional Small-Scale Coastal Fisheries Development Project, 1990. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-ag156e.pdf>.

SCOTT, C. L. *The use of agar as a solvent gel in objects conservation*. Journal of the American institute for conservation – Objects specialty group postprints. Vol 19, pg. 71-83. 2012. Disponível em: <http://resources.conservation-us.org/osg-postprints/wp-content/uploads/sites/8/2014/12/osg019-04.pdf>.

STAVROUDIS, C. et al. *A new approach to cleaning I: using mixtures of concentrated stock solutions and a database to arrive at an optimal aqueous cleaning system*. WAAC newsletter, v. 27, n. 2, p. 17-28, 2005. Disponível em: <https://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn27/wn27-2/wn27-205.pdf>.

SWICKLIK, M. *French painting and the use of varnish, 1750-1900*. In: Conservation Research. Studies in the history of art, vol. 41. Six essays on conservation techniques, practices, and research. National Gallery of Art, Washington. 1993. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/i40097438>.

TAMURA, M. *A shortage of agar: the sustainability of a common conservation material*. WAAC Newsletter, vol 39, Nº 1. 2017. Disponível em: <http://www.waac-us.org/newsletter-archive>.

TEMPEST, Hannah et al. *Sensitivity of oil paint surfaces to aqueous and other solvents*. In: New Insights into the Cleaning of Paintings: Proceedings from the Cleaning 2010 International Conference, Universidad Politecnica de Valencia and Museum Conservation Institute. Smithsonian Institution, 2013.

TORRACA, G. *Solubility and solvents for conservation problems*. ICCROM. 4 ed. 2005. Disponível em: <https://www.iccrom.org/publication/solubility-and-solvents-conservation-problems>.

VOLK, A. et al. *Agar – A new tool for the surface cleaning of water sensitive oil paint?* Issues in contemporary oil paint. Springer international publishing Switzerland. 2014. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-10100-2_26.

WARDA, J. et al. Analysis of Agarose, Carbopol, and Laponite Gel Poultices in Paper Conservation. *Journal of the American Institute for Conservation*, 46:3, 263-279. 2007. Disponível em: dx.doi.org/10.1179/019713607806112260.

WOLBERS, R. C. et al. *Aspects of the examination and cleaning of two portraits by Richard and William Jennys*. In: Preprints of papers presented at the sixteenth annual meeting of the AIC. New Orleans, Louisiana, June 1-5, 1988. p. 245-260.